

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# BREVET D'INVENTION

P.V. n° 899.679

N° 1.332.820

Classification internationale :

B 01 j



Système et procédé perfectionnés de fluidisation.

M. GEORGES BERNARD résidant en France (Seine-et-Oise).

Demandé le 5 juin 1962, à 11<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré par arrêté du 10 juin 1963.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 29 de 1963.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La fluidisation est un procédé destiné à faciliter diverses opérations physiques et chimiques, telles que les échanges thermiques, l'évaporation et le séchage, le broyage, le mélange, l'élimination des solvants, les réactions catalytiques etc.

Ce procédé consiste à créer dans l'écoulement d'un gaz (ou d'un liquide) une suspension de particules solides (ou liquides) de forme et de dimensions appropriées.

Les mélanges obtenus sont appelés lits fluidisés. Ils jouissent de qualités précieuses, dues à la très grande surface de contact entre le fluide-véhicule et les particules, à la vitesse relative du fluide par rapport aux particules, à la turbulence intense qui règne dans le lit fluidisé.

La fluidisation est généralement généralisée par un courant gazeux dirigé de bas en haut d'une chambre contenant une couche de particules solides. Alternativement, la fluidisation peut consister en la création d'un brouillard artificiel (d'un aérosol), par dispersion d'un liquide dans un écoulement gazeux. Afin de simplifier l'exposé de l'invention, on se limitera dans la description qui suit à la fluidisation des solides dans les gaz, étant entendu que celle des liquides ou dans les liquides en est un cas particulier compris dans l'objet de l'invention.

Dans beaucoup d'applications on peut considérer la fluidisation comme bonne lorsque les particules en suspension se trouvent en moyenne en équilibre sous l'action de leur poids dirigé vers le bas et des forces aérodynamiques dirigées vers le haut. Cet équilibre correspond à une certaine vitesse d'écoulement du gaz, vitesse ajustée au poids spécifique et à la dimension des particules, à leur forme, à la viscosité du gaz et aux certains autres paramètres.

Lorsque la vitesse du courant gazeux est supérieure à cette vitesse d'équilibre, il y a entraînement des particules par le courant, ce qui peut diminuer

l'efficacité de la fluidisation et conduire à des difficultés de fonctionnement du système, dans beaucoup d'applications.

Lorsque cette vitesse est inférieure à la vitesse d'équilibre, la fluidisation est seulement partielle et son efficacité est diminuée.

On conçoit que divers effets positifs de la fluidisation sont d'autant plus intenses que la vitesse relative du courant gazeux par rapport aux particules en suspension est plus grande. Or, cette vitesse d'équilibre est limitée, pour une dimension, forme et densité données des particules et la nature du gaz, par leur poids, c'est-à-dire par l'intensité du champ de forces (de la pesanteur) qui agit sur elles. Il y a grand intérêt, dans beaucoup d'applications, par exemple lorsque entrent en jeu des échanges thermiques, ou pour l'évaporation et le séchage, de pouvoir modifier les forces du champ agissant sur les particules, dans le but, entre autres, d'augmenter la valeur de la vitesse relative d'équilibre du courant gazeux.

La présente invention a pour objet principal le système et le procédé permettant d'arriver à ce résultat, dans certaines limites. Ce système consiste à créer, par des moyens connus, à l'intérieur de l'enceinte utilisée pour la fluidisation, un champ électrique approprié et à charger électriquement, de manière convenable, les particules destinées à être fluidisées, le tout de manière à réaliser une résultante convenable des forces des champs de la pesanteur et électrique, agissant sur ces particules, afin de rendre l'opération de fluidisation la plus efficace possible dans le but particulier recherché.

Un autre objet de la présente invention consiste en la combinaison de ce système nouveau et particulièrement efficace de mise en suspension de particules solides dans un courant gazeux avec un système, par ailleurs connu, de précipitation électrostatique de particules solides en suspension, de manière à ce que le courant gazeux, traversant

d'abord la chambre de fluidisation, pour y opérer en particulier et s'il y a lieu, les réactions physiques ou chimiques exigées, soit ensuite conduit dans une chambre de précipitation, dans laquelle, outre certaines réactions qui pourraient y avoir lieu, il soit débarrassé des particules solides que ce courant aurait pu entraîner hors de la chambre de fluidisation. Il est possible de cette manière nouvelle de réaliser un agencement particulièrement avantageux et économique en ce qui concerne la consommation d'énergie cinétique du gaz, tout en assurant un fonctionnement d'ensemble très efficace.

Un autre objet de la présente invention est la combinaison des deux chambres ainsi reliées et parcourues successivement par le courant gazeux avec une seule machine électrostatique ou autre source de potentiel à haute tension, dont l'une des polarités est utilisée dans la chambre de fluidisation et l'autre dans la chambre de précipitation. On peut récupérer ainsi une partie appréciable d'énergie du champ électrique et réaliser un ensemble particulièrement efficace, de coût d'établissement réduit et d'une économie d'exploitation avantageuse.

Un autre objet de la présente invention est la combinaison de la chambre de fluidisation et, éventuellement, de précipitation électrostatique, ainsi agencées, avec des sources d'ultra-sons, par ailleurs de technique connue, et qui, appliquées d'une part dans la zone de fluidisation et d'autre part dans la zone de précipitation, améliorent le fonctionnement du système.

Un autre objet de la présente invention est la combinaison de la chambre de fluidisation, pourvue de moyens de création du champ électrique, avec une source ionisante extérieure, constituée par exemple, d'une manière connue, d'un émetteur de rayonnement électromagnétique de fréquence et d'intensité appropriées. L'ionisation auxiliaire ainsi obtenue facilite le fonctionnement du système.

D'autres objets et caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés, représentant, à titre d'exemples non limitatifs, des réalisations possibles suivant l'invention.

Dans ces dessins :

La figure 1 représente en coupe par un plan contenant son axe de symétrie un appareil de fluidisation objet de la présente invention;

La figure 2 représente suivant la même coupe une variante comportant des grilles latérales isolées et destinées à être chargées électriquement;

La figure 3 représente suivant la même coupe, une variante dans laquelle le gaz est ionisé par des électrodes auxiliaires avant son entrée dans la chambre de fluidisation;

La figure 4 est une variante de la figure 1, dans laquelle le gaz est soumis à une ionisation préalable par un émetteur de rayonnement extérieur;

Les figures 5 et 6 représentent de détails de construction des grilles électriquement chargées;

La figure 7 représente un ensemble d'installation de fluidisation, comprenant une chambre de fluidisation, une chambre de précipitation, la machine électrostatique ou autre source de potentiel électrique, qui alimente ces chambres, le compresseur de circulation des gaz, les moyens de manutention des matières solides et les émetteurs éventuels d'ultra-sons et de rayonnement ionisant;

La figure 8 est une vue par-dessus de l'ensemble des chambres de fluidisation et de précipitation de la figure 7 et de la conduite qui les relie.

A la figure 1, une chambre de fluidisation 1 reçoit par le bas un courant gazeux 2 de vitesse  $V$ . Un lit de particules solides 3 repose sur une grille conductrice 4, isolée électriquement du reste de la chambre 1. Pour certaines applications les parois de la chambre 1 sont avantageusement constituées de matériau lisse et isolant. Dans d'autres cas ces parois sont en matériaux conducteurs et l'ensemble est avantageusement connecté à la terre, constituant la masse au potentiel neutre ou nul. Une autre grille conductrice 5, isolée électriquement, ferme la chambre de fluidisation vers le haut. Sa charge est d'intensité et de polarité convenables.

Aux figures 5 et 6 les grilles 4 et 5 sont avantageusement constituées de tôle en matériau approprié, percée d'un grand nombre de trous munis d'arêtes 6 orientées vers le haut pour la grille 4 et vers le bas pour la grille 5 et plus généralement vers l'intérieur de la chambre de fluidisation pour toute grille orientée différemment que les grilles 4 et 5.

En fonctionnement de la chambre de fluidisation chacune des grilles 4 et 5, et éventuellement 7 de la figure 2 et 8 de la figure 3 est portée à un potentiel électrique convenable, en général de quelques dizaines de kilovolts, de polarité positive ou négative. Puisque la masse du gaz et des particules solides est au potentiel neutre ou nul, de même que les parois de la chambre, un champ électrique s'établit entre les grilles et le reste de la chambre, champ dont l'établissement est facilité par les arêtes 6 des trous des grilles, sièges d'effet Corona. En présence d'un courant gazeux de vitesse  $V'$  au droit de la grille 4, ce champ ionise ou parfait l'ionisation du gaz, suivant les cas, et charge les particules au potentiel  $E$ . Contrairement à ce qui se passe dans des chambres de fluidisation antérieurement connues, ces particules sont dès lors soumises, outre à leur poids et à la force aérodynamique due à la vitesse relative du gaz, aussi à la force de répulsion des grilles inférieure 4 et supérieure 5, portées au même potentiel  $E$ , de même polarité. Le nuage de particules supportées par le courant gazeux a donc tendance à rester concentré au milieu de la chambre de fluidisation 1. Conformément à l'objet principal de l'invention il est possible d'obtenir, dans

une telle chambre, une bonne fluidisation pour une vitesse  $V'$  supérieure à celle qui serait permise dans les chambres antérieurement connues. De plus, le flux de gaz sortant de la chambre construite conformément à l'invention est moins chargé en particules que le courant gazeux sortant d'une chambre antérieurement connue, du fait de l'obstacle constitué par le potentiel  $E$  de la grille 5.

A la figure 2 on a disposé le long des parois latérales de la chambre 1 d'autres grilles électrifiées 7, dont le rôle est de gouverner, par l'intensité et le sens de leur charge, la forme et la consistance du lit fluidisé. Ces grilles peuvent être agencées de telle manière qu'elles forment avec les grilles 4 et 5 un volume fermé, contenant les particules. Dans d'autres cas, il peut être avantageux de ne les disposer que sur une partie des parois latérales. Les grilles 7 peuvent être électriquement isolées des grilles 4 et 5, pour porter un potentiel de polarité et d'intensité différent de celui de ces grilles, ou être connectées avec les grilles 4 et 5. De plus, leur forme peut être diverse et adaptée à leur rôle.

A la figure 3 on a ajouté en amont du dispositif des deux grilles 4 et 5 un dispositif connu d'ionisation d'un courant gazeux au moyen d'électrodes 8, portées par le conducteur 9 au potentiel  $E$  de la polarité des grilles 4 et 5, et de plaques 10, en complément des parois conductrices de la conduite, au potentiel neutre de la terre. Alternativement, les électrodes 8 peuvent être alimentées par une source de potentiel distincte de celle qui alimente les grilles 4 et 5.

A la figure 4 on a ajouté, en remplacement ou en plus de l'agencement des figures 2 et 3, des sources ionisantes 11, constituées de manière connue par exemple par une masse de matière radioactive. Ces sources facilitent l'action des champs électriques créés en amont ou dans la chambre de fluidisation 1.

Aux figures 7 et 8, la chambre de fluidisation 1, munie, suivant la figure 1, de grilles 4 et 5 et, par exemple, suivant la figure 3, de source ionisante 11, est de plus soumise, dans la zone de formation du lit fluidisé, à l'action d'une source d'ultra-sons 12, de manière connue. Cette application particulière est destinée, en combinaison avec les autres moyens employés et spécialement le champ électrique, à faciliter la formation du lit fluidisé.

La chambre 1 est alimentée en gaz par la conduite 13 et en matières solides par la conduite 14. Le courant gazeux et le courant de matières solides sont représentés circulant en circuit fermé dans l'exemple de la figure 7, mais il est facile et à la portée de l'homme de l'art de prévoir des prélèvements dans ces circuits, prélèvements compensés par des alimentations de l'extérieur, ou encore ouvrir ou modifier certains circuits, par exemple celui des matières solides.

Suivant une caractéristique particulière de l'invention, il existe un circuit partiellement fermé supplémentaire, celui du déplacement des charges électriques, entre le pôle positif, dans l'exemple représenté à la figure 7, de la chambre de fluidisation, le pôle négatif de la chambre de précipitation et la terre, au potentiel neutre ou nul.

Chacun de ces circuits possède un organe moteur, apportant de l'énergie au système. Le courant gazeux est mû par un compresseur ou ventilateur 15. Ce compresseur 15 reprend les gaz épurés qui sortent de la chambre de précipitation 16, par le conduit axial 17, et les refoule par le conduit 13 vers la chambre de fluidisation 1. Les gaz qui ont traversé cette chambre de fluidisation 1 entrent tangentiellement et à grande vitesse, par le conduit 18, dans la chambre de précipitation 16, formant cyclone, de la manière connue. Cette chambre 16 est munie d'électrodes 19, négatives dans l'exemple de la figure 7, alternées de manière connue avec des plaques de masse 20. Les poussières qui ont franchi, entraînées par le gaz, l'obstacle de la grille polarisée positivement 5, sont chargées de cette polarité et sont énergiquement attirées par les électrodes 19, sur lesquelles leurs charges sont neutralisées. Une source d'ultra-sons 21 peut aider ces poussières à tomber dans la trémie 22 de la chambre 16, d'où elles sont reprises par la vis sans fin 23, mue par le moteur 24. Cet ensemble constitue le deuxième organe moteur de l'installation, déplaçant les matières solides.

Le troisième organe moteur, caractéristique de l'invention, une machine électrostatique ou un autre type de source de potentiel 26, charge positivement, dans l'exemple de la figure 7, les grilles 4 et 5 de la chambre de fluidisation 1 et négativement les électrodes 19 de la chambre de précipitation 16, par rapport au potentiel neutre ou nul de sa masse 25. Cette masse est commune à celle des chambres 1 et 16 et de l'installation en général.

Les caractéristiques nouvelles et fondamentales du système et du procédé de fluidisation conformes à l'invention ont été représentées, décrites et mises en évidence en référence à des formes d'exécution possibles, mais il doit cependant être bien entendu que diverses omissions, substitutions et modifications dans la forme et les détails du dispositif représenté et son mode de fonctionnement peuvent être apportées sans pour cela se départir de l'esprit de l'invention. Celle-ci n'est donc pas limitée aux dispositifs représentés et décrits à titre d'exemple, mais en embrasse au contraire toutes les variantes et applications possibles.

#### RÉSUMÉ

Nouveau système et procédé de fluidisation, remarquable notamment en ce qu'ils comportent les

caractéristiques suivantes considérées isolément ou en combinaison :

1° A l'intérieur de l'enceinte utilisée pour la fluidisation on crée, par des moyens connus, un champ électrique approprié. Les particules destinées à être fluidisées sont chargées électriquement de manière convenable. Il en résulte la réalisation d'une résultante convenable des forces des champs de la pesanteur et électrique, agissant sur ces particules, afin de rendre l'opération de fluidisation la plus efficace possible dans un but particulier recherché;

2° La chambre de fluidisation est munie d'une grille inférieure et d'une grille supérieure;

3° Les deux grilles sont chargées électriquement;

4° La charge des deux grilles est de même polarité;

5° La charge de chacune des grilles est de polarité différente;

6° Chacune des grilles est munie d'excroissances aiguës, dirigées vers l'intérieur de la chambre;

7° Des grilles latérales de forme appropriée, chargées électriquement, coopèrent avec les grilles inférieure et supérieure;

8° Ces grilles latérales forment avec les grilles supérieure et inférieure une cage complètement fermée dans la chambre de fluidisation, contenant les matières solides à fluidiser;

9° Les grilles de la chambre de fluidisation étant chargées à la même polarité que la charge électrique des particules à fluidiser, celles-ci sont repoussées vers le bas par la grille supérieure et vers le

haut par la grille inférieure. La force de répulsion de la grille supérieure s'ajoute au poids des particules;

10° Le gaz est ionisé par des électrodes spéciales avant d'entrer dans la chambre de fluidisation;

11° Le gaz est ionisé par un rayonnement avant d'entrer dans la chambre de fluidisation;

12° Une source d'ultra-sons aide à la fluidisation et à la précipitation;

13° La chambre de fluidisation est combinée avec une chambre de précipitation de manière à ce que le gaz soit recyclé en totalité ou dans une certaine proportion après dépoussiérage;

14° La chambre de fluidisation est combinée avec une chambre de précipitation de manière à ce que les particules solides précipitées dans cette deuxième chambre soient réintroduites dans la première, en totalité ou dans une certaine proportion;

15° La chambre de fluidisation est combinée avec une chambre de précipitation électrostatique de manière que la même source de potentiel électrique charge à une polarité certains ou toutes les grilles de la chambre de fluidisation et à la polarité opposée les électrodes de la chambre de précipitation et éventuellement certaines grilles de la chambre de fluidisation et que la masse ou point de potentiel neutre soit commune aux deux chambres et à la source d'énergie électrostatique.

GEORGES BERNARD

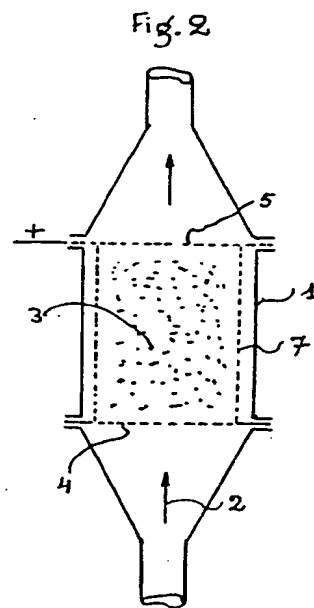
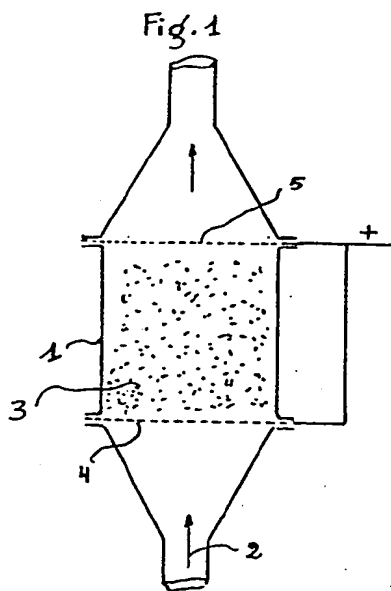


Fig. 3

Fig. 4

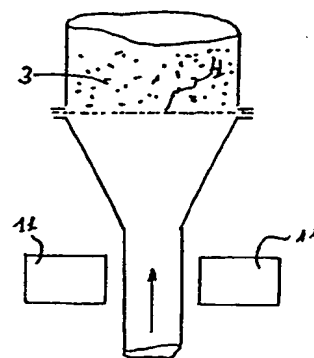
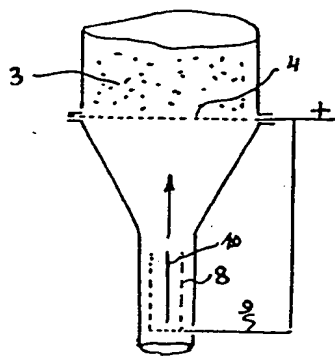


Fig. 5

Fig. 6

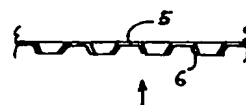
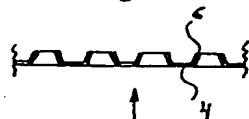


Fig. 7

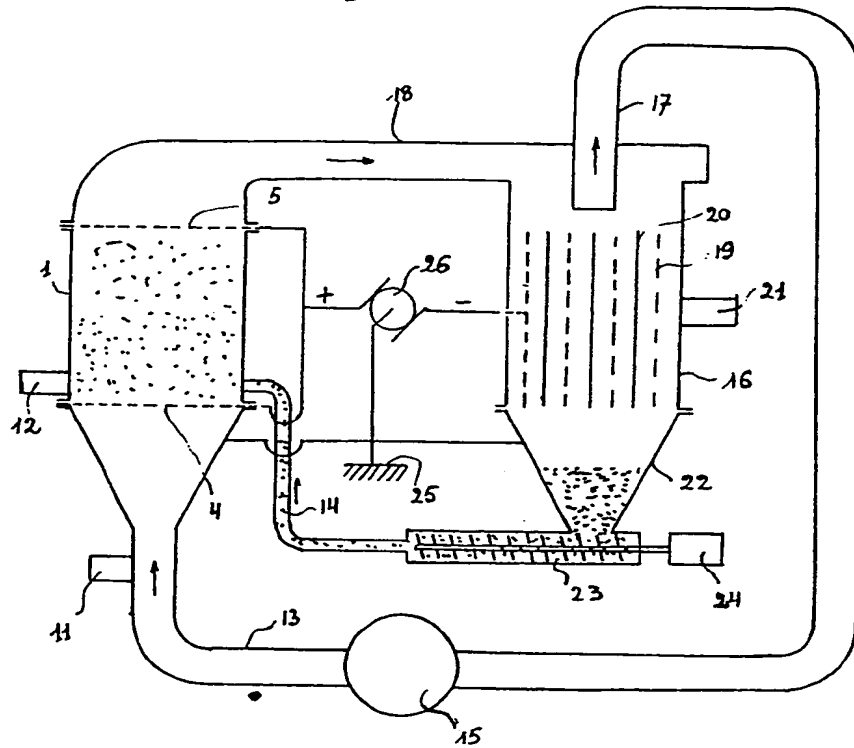


Fig. 8

